

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 626 191 A1**

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **94104058.6**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **B01D 53/26**

22 Anmeldetag: **16.03.94**

30 Priorität: **27.05.93 DE 4317641**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.11.94 Patentblatt 94/48**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT SE**

71 Anmelder: **SOMOS GmbH**  
**Egerländer Strasse 2-4**  
**D-64331 Weiterstadt (DE)**

72 Erfinder: **Becker, Achim**  
**Mauerstrasse 5**  
**D-64291 Darmstadt (DE)**

74 Vertreter: **Voth, Gerhard, Dipl.-Ing.**  
**FILTERWERK MANN + HUMMEL GMBH**  
**Postfach 4 09**  
**D-71631 Ludwigsburg (DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen eines strömenden Gases.**

57 Beschrieben wird ein Verfahren zum Trocknen eines strömenden Gases, welches einen etwa periodisch schwankenden Feuchtegehalt aufweist. Um sicherzustellen, daß eine vorgegebene Taupunkttemperatur zu keiner Zeit überschritten wird, ist vorgesehen, daß das Gas durch ein regenerierbar feuchteadsorbierendes Mittel geführt wird dessen Adsorptionskapazität größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases. Ferner wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens beschrieben, wobei eine Quelle strömenden Gases, insbesondere Luft, welche einen schwankenden Feuchtegehalt aufweist, mit einem Gasverbraucher verbunden ist, und wobei in der Verbindung von Quelle und Verbraucher eine mit einem Mittel gefüllte Kammer eingeschaltet ist, welches regenerierbar Feuchte adsorbiert und eine Adsorptionskapazität hat, die größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases.

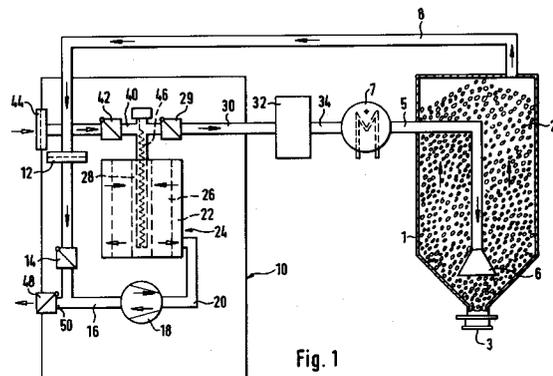


Fig. 1

**EP 0 626 191 A1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen eines strömenden Gases, welches einen periodisch schwankenden Feuchtegehalt aufweist, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

An ein trockenes Gas wird oft die Anforderung gestellt, daß seine Taupunkttemperatur einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreiten darf. Bei der Aufbereitung eines Prozeßgases durch Feuchteentzug zu einem Trockengas kann es je nach dem dabei angewandten Verfahren dazu kommen, daß dieser Grenzwert kurzzeitig überschritten wird. So ist beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift 23 54 745 ein Verfahren zum Trocknen von Kunststoffgranulat in einem Trocknungstrichter mittels Trockenluft bekannt, bei dem aus dem Trocknungstrichter austretende Abluft in einem Adsorptionsmittel enthaltenden Trockner getrocknet und dem Kunststoffgranulat als Trockenluft wieder zugeführt wird. Bei Sättigung des Adsorptionsmittels mit der aufgenommenen Feuchte wird das Adsorptionsmittel mittels Heißluft regeneriert. Während der auf die Regeneration folgenden Adsorption entsteht in der vom Trockner gelieferten Trockenluft jeweils bei Zuschaltung eines frisch regenerierten, noch heißen Trockentopfes ein kurzer Anstieg der Taupunkttemperatur, der zwar nur einige Minuten anhält, jedoch bis zu 30° oder 40° Kelvin über die vorgegebene, höchstzulässige Grenze der Taupunkttemperatur hinaus reicht. Ist der zugeschaltete Trockentopf hinreichend abgekühlt, sinkt die Taupunkttemperatur entsprechend auf den gewünschten Taupunkt oder darunter. Damit verläßt den Trockner im Ergebnis ein Trockenluftstrom mit schwankendem Feuchtegehalt. Dies ist für Verbraucher mit erhöhter Feuchteempfindlichkeit wie zum Beispiel Trocknungstrichter für Kunststoffgranulat nur einsetzbar, wenn die Überschreitung der vorgegebenen Taupunktgrenztemperatur hinreichend kurzzeitig ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein strömendes Gas mit schwankendem Feuchtigkeitsgehalt derart aufzubereiten, daß eine vorgegebene Taupunkttemperatur zu keiner Zeit überschritten wird.

Bei dem eingangs genannten Verfahren gelingt dies dadurch, daß das Gas durch ein regenerierbar feuchteadsorbierendes Mittel geführt wird, dessen Adsorptionskapazität größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases. Das das Mittel verlassende Gas zeigt einen insgesamt nahezu konstanten Feuchtegehalt, der durch Wahl der Menge des vom Gas durchströmten Mittels im Verhältnis zum stündlichen Gasdurchsatz so gewählt werden kann, daß die zugehörige Taupunkttemperatur unterhalb des vorgegebenen Grenzwertes bleibt. Dabei nimmt das Mittel aus den Gasanteilen mit erhöhter Feuchte den überschüssigen Wassergehalt durch Adsorption weg und entläßt die adsorbierte Feuch-

te an diejenigen Abschnitte des strömenden Gases, deren Feuchte geringer ist als der Mittelwert des Feuchtegehalts des zugeführten Gases.

Daher ist eine Regeneration des Mittels in der Kammer durch separate Maßnahmen entbehrlich. Für das Mittel kommt bevorzugt ein Molekularsieb in Betracht. Ferner empfiehlt es sich, das Gas mit einer konstanten Temperatur von etwa 20°C bis 120°C durch das Mittel zu leiten. Wenn das zugeführte Gas im Mittel eine Feuchte von beispielsweise 5 g/m<sup>3</sup> besitzt, genügt es, wenn pro m<sup>3</sup> stündlichem Gasdurchsatz etwa 100g eingesetzt werden. Mit besonderem Vorteil wird, bezogen auf den mittleren Feuchtegehalt des Gases, die 10- bis 20-fache Menge an Molekularsieb eingesetzt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Vorrichtung dienen, bei der eine Quelle strömenden Gases mit schwankendem Feuchtegehalt mit einem Gasverbraucher verbunden ist, und bei der in die Verbindung von Quelle und Verbraucher eine mit einem Mittel gefüllte Kammer eingeschaltet ist, welches regenerierbar Feuchte adsorbiert und eine Feuchteadsorptionskapazität hat, die größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases. Zweckmäßig ist die Kammer mit einem Molekularsieb vollständig gefüllt. Mit besonderem Vorteil kommt als Quelle ein Trockner in Betracht, der im einzelnen in der deutschen Offenlegungsschrift 36 25 013 beschrieben ist, wobei die Kammer zwischen den Trockenluftauslaß des Trockners und eine Heizeinrichtung für das aus der Kammer entlassene Gas geschaltet ist.

Bei Trocknern, die nur einen einzigen Trockentopf enthalten, ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung zur Kammer eine Bypass-Leitung mit gesteuerten Klappenventilen vorgesehen, so daß das zur Regenerierung des Adsorptionsmittels im Trockentopf erforderliche Regenerationsmedium um die Kammer herum geführt werden kann. Alternativ kann der Trockenluftanschluß des Trockentopfes mit einer separaten Ansaugleitung über ein Klappenventil verbunden sein, über welche das Regenerationsmedium während der Regenerationsphase des im Trockentopf enthaltenen Adsorptionsmittels angesaugt und mittels einer zweckmäßig im Trockentopf vorgesehenen Heizeinrichtung auf die gewünschte Regenerationstemperatur gebracht werden kann.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Trockenlufttrockners mit Trocknungstrichter;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform zu der

Vorrichtung nach Fig. 1; und  
 Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise der Vorrichtungen nach Fig. 1 und 2.

In einem Trocknungstrichter 1 befindet sich eine Füllung 2 von Kunststoffgranulat, welches über eine nichtdargestellte obere Einfüllöffnung des Trocknungstrichters 1 kontinuierlich oder abschnittsweise in den Trocknungstrichter eingefüllt, in demselben getrocknet und nach der Trocknung aus der unteren Abgabeöffnung 3 aus dem Trocknungstrichter ausgegeben und beispielsweise einer nicht dargestellten Vorrichtung zur Herstellung von Kunststoffartikeln zugeführt wird. Zur Trocknung der Füllung 2 ist in den Trocknungstrichter 1 eine Trockenluftzuführleitung 5 hineingeführt, welche in der Nähe der Ausgabeöffnung 3 mit einem Verteiler 6 im Trocknungstrichter 1 endet. Die durch die Leitung 5 in den Trocknungstrichter 1 eingeleitete und durch eine Heizeinrichtung 7 auf die erforderliche Temperatur von 80° C oder höher gebrachte Trockenluft durchströmt die Füllung 2 im Trocknungstrichter 1 gemäß den eingezeichneten Pfeilen von unten nach oben und verläßt letzteren durch eine vom Deckel des Trocknungstrichters 1 ausgehende Abluftleitung 8.

Die mit Feuchte beladene Abluft aus dem Trocknungstrichter 1 wird über die Abluftleitung 8 einem im Ganzen mit 10 bezeichneten Trockenlufttrockner 10 zugeführt, in welchem der Abluft die mitgeführte Feuchte entzogen wird. Die Abluft aus der Leitung 8 gelangt daher in dem Trockenlufttrockner 10 über ein erstes Feststofffilter 12 und ein Klappenventil 14 zur Ansaugleitung 16 eines Gebläses 18, dessen Druckleitung 20 in einen äußeren Ringraum 22 eines Trockentopfes 24 mündet. Die feuchte Abluft durchströmt radial ein in dem Trockentopf 24 enthaltenes Adsorptionsmittel 26 in Form vom Silikagel und/oder Molekularsieb, welches der Abluft die Feuchte entzieht. Die aus dem Adsorptionsmittel 26 in einen Zentralkanal 28 des Trockentopfes 24 einströmende getrocknete Luft gelangt über ein Klappenventil 29 in eine Ausgangsleitung 30 des Trockenlufttrockners 10, der bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel als Quelle des strömenden Gases mit schwankendem Feuchtegehalt anzusehen ist. Die Ausgangsleitung 30 mündet in eine Kammer 32, die mit Adsorptionsmittel, beispielsweise Molekularsieb, vollständig gefüllt ist. Von der Kammer 32 führt eine Leitung 34 über die Heizeinrichtung 7 zu der Trockenluftleitung 5.

Der Zentralkanal 28 weist außerhalb des Trockentopfes 24 eine Abzweigleitung 40 auf, in die ein weiteres Klappenventil 42 sowie ein Feststofffilter 44 geschaltet sind und die jenseits des Feststofffilters 44 in die Außenluft mündet. Im Zentralkanal 28 sitzt mittig eine Heizung 46. Schließlich besitzt die

Ansaugleitung 16 eine mit einem Klappenventil 48 versehene Abzweigleitung 50, die über das Klappenventil 48 in die Außenluft mündet.

Während der Adsorptionsphase des Trockenlufttrockners 10 sind die Klappenventile 42 und 48 geschlossen, während die Klappenventile 14 und 29 geöffnet sind, so daß der Luftkreislauf über die Leitungen 8, 16, 20, 22, 28, 30, 34 und 5 gewährleistet ist.

Wenn das Adsorptionsmittel 26 mit Feuchtigkeit gesättigt ist, stellt eine nicht dargestellte Steuerung sämtliche Klappenventile sowie die Drehrichtung des Ventilators 18 um, so daß in dem dann einsetzenden Regenerationszyklus Außenluft über das Filter 44 und das Klappenventil 42 angesaugt und von der dann eingeschalteten Heizung 46 erhitzt wird. Die heiße Regenerationsluft durchströmt entsprechend den gestrichelt dargestellten Pfeilen das Adsorptionsmittel 26 von radial innen nach außen und wird vom Gebläse 18 über Leitungen 20, 16 und 50 sowie das geöffnete Klappenventil 48 nach außen entlassen. Nach beendeter Regeneration des Adsorptionsmittels 26 werden die Klappenventile sowie die Drehrichtung des Gebläses 18 erneut umgestellt und die Heizung 46 abgeschaltet.

Die in unmittelbarem Anschluß an die Regenerationsphase dann in dem noch heißen Adsorptionsmittel getrocknete Luft besitzt einen Taupunkt, der wesentlich über dem erwünschten Grenzwert von beispielsweise -30° C liegt. Mit Abkühlung des Adsorptionsmittels 26 sinkt der Taupunkt der vom Trockenlufttrockner 10 über Leitung 30 abgegebenen Trockenluft dann allmählich auf eine Temperatur, die wesentlich unterhalb des erwünschten Taupunktes liegt.

Fig. 3 zeigt eine Messung der Taupunkttemperatur der die Leitung 30 durchströmenden Luft über einen Zeitraum von 2000 min. Die auf die jeweilige Regenerationsphase für das Adsorptionsmittel 26 entfallende Zeitspanne von jeweils etwa 15 Minuten ist aus der Darstellung ausgeblendet. Die Kurve (a) zeigt mehrere Spitzen a1, a2, a3, bei denen die Taupunkttemperatur auf einen Bereich zwischen 0° C und -10° C ansteigt. Zwischen den Spitzen a1, a2 und a3 liegen Kurvenabschnitte a4, a5 und a6, bei denen die Taupunkttemperatur unterhalb -40° C liegt und bis auf eine Taupunkttemperatur von unterhalb -50° C absinkt. Die Spitzen a1, a2 und a3 entsprechen zeitgleich der Umschaltung des Adsorptionsmittels 26 von Regeneration auf Adsorption, während die Kurvenbereiche a4, a5 und a6 den zeitlichen Abschnitten aus dem Adsorptionszyklus mit abgekühltem Adsorptionsmittel 26 entsprechen.

Der durch den Kurvenverlauf (a) dargestellte periodisch schwankende Feuchtegehalt der die Leitung 30 entströmenden Trockenluft wird in der

Kammer 32 durch das dortige Adsorptionsmittel stabilisiert. Die Messung der Taupunkttemperatur der die Kammer 32 über Leitung 34 entströmenden Luft ergab die Kurve (b) gemäß Fig. 3, gemäß welcher die Taupunkttemperatur durchgängig unterhalb  $-30^{\circ}\text{C}$  liegt und über mehrere aufeinanderfolgende Adsorptionszyklen hinweg allmählich auf knapp unter  $-40^{\circ}\text{C}$  sinkt. Daher besitzt die Luft in der Leitung 34 hinter der Kammer 32 einen Taupunkt der durchgängig weit unterhalb  $-30^{\circ}\text{C}$  liegt. Die Temperatur der Luft in den Leitungen 30 und 34 liegt bei etwa  $60^{\circ}\text{C}$ . Bemerkenswerterweise bedarf das in der Kammer 32 enthaltene Molekularsieb keinerlei Einflußnahme von außen, insbesondere bedarf es keiner Regeneration. Die kurzzeitigen Feuchtespitzen a1, a2, a3 reichen nicht aus, das Molekularsieb mit Feuchte zu sättigen, so daß die den Kurvenspitzen a1, a2, a3 entsprechende Feuchte von dem Molekularsieb vollständig aufgenommen werden kann. Diese Feuchte wird während des weiteren Verlaufs des jeweiligen Adsorptionszyklus an der dann trockeneren Trockenluft entsprechend den Kurvenabschnitten a4, a5, a6 mitgegeben, so daß die Luft hinter der Kammer 32 einen gleichmäßigen Feuchtegehalt entsprechende Kurve (b) besitzt. Die Schwankungen des Feuchtegehalts der Luft in Leitung 30 werden daher von dem in der Kammer 32 enthaltenen Adsorptionsmittel nahezu vollständig ausgeglichen.

Eine apparative Variante der Vorrichtung nach Fig. 1 zeigt Fig. 2, bei der die den im Zusammenhang mit Fig. 1 erläuterten Bauteilen entsprechende Bauteile mit gleicher Bezugszahl und dem Affix a bezeichnet sind. Zur Vereinfachung ist der Luftverbraucher bei der schematischen Darstellung nach Fig. 2 weggelassen. Die von dem Trocknungstrichter ausgehende Abluft wird von dem Gebläse 18a über Abluftleitung 8a, Filter 12a und Klappenventil 14a und Leitung 16a angesaugt und über Leitung 20a durch den Trockentopf 10a gedrückt, welchen sie als Trockenluft über Leitung 30a und Kammer 32a verläßt, über Leitung 34a der Heizung 7a zugeführt und von dieser hinreichend aufgewärmt über Klappenventil 29a und Zuluftleitung 5a wieder dem Trockentrichter zugeführt wird.

Während insoweit dieser Luftkreislauf während des Adsorptionszyklus dem bei der Vorrichtung bei Fig. 1 beschrieben gleicht, ändert sich die Luftführung während des Regenerationszyklus: nach Umsteuerung des Gebläses 18a saugt dieses über den Filter 44a und Klappenventil 42a sowie eine in die Leitung 5a mündende Zweigleitung 52a Außenluft an, die bei geschlossenem Klappenventil 29a durch die dann eingeschaltete Heizung 7a geführt und dort auf die erforderliche Regenerationstemperatur gebracht wird. Die heiße Regenerationsluft strömt jetzt über eine Bypassleitung 50 an der Kammer 32a vorbei in die Leitung 30a, wobei ein

Klappenventil 54, welches zwischen der Abzweigstelle 56 des Bypasses 50 und der Kammer 32a angeordnet ist, geschlossen und ein in der Bypassleitung 50 angeordnetes Ventil 58 offen sind. Die heiße Regenerationsluft durchströmt den Trockentopf 24a und verläßt den Trockenlufttrockner 10a über eine Zweigleitung 50a von der Leitung 16a und ein geöffnetes Klappenventil 48a, wobei das Klappenventil 14a geschlossen ist. Während des Adsorptionszyklus sind die Ventile 54, 29a offen, während die Ventile 42a und 58 geschlossen sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen eines strömenden Gases, welches einen etwa periodisch schwankenden Feuchtegehalt aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas durch ein regenerierbar Feuchte adsorbierendes Mittel geführt wird, dessen Adsorptionskapazität größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel ein Molekularsieb eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas mit einer konstanten Temperatur von etwa  $20^{\circ}\text{C}$  bis  $120^{\circ}\text{C}$  durch das Mittel geleitet wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß, bezogen auf den mittleren Feuchtegehalt des Gases, die 10- bis 20-fache Menge an Molekularsieb eingesetzt wird.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einer Quelle strömenden Gases, insbesondere Luft, welches einen schwankenden Feuchtegehalt aufweist, sowie mit einem Gasverbraucher, der mit der Quelle verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindung (30, 34, 5; 30a, 34a, 5a) von Quelle (10, 10a) und Verbraucher (1) eine mit einem Mittel gefüllte Kammer (32, 32a) eingeschaltet ist, welches regenerierbar Feuchte adsorbiert und eine Adsorptionskapazität hat, die größer ist als der mittlere Feuchtegehalt des Gases.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (32, 32a) ein Molekularsieb enthält.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (32, 32a) in die Auslaßleitung (30, 30a) eines Trockenluft-

trockners (10, 10a) geschaltet ist, wobei ein in dem Trockenlufttrockner (10, 10a) enthaltenes Feuchte-Adsorptionsmittel zwischen je zwei Adsorptionsphasen durch ein heißes Medium regeneriert wird.

5

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß um die Kammer (32, 32a) eine Bypass-Leitung (50) für ein Regenerationsmedium für den Trockentopf (10, 10a) geführt ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

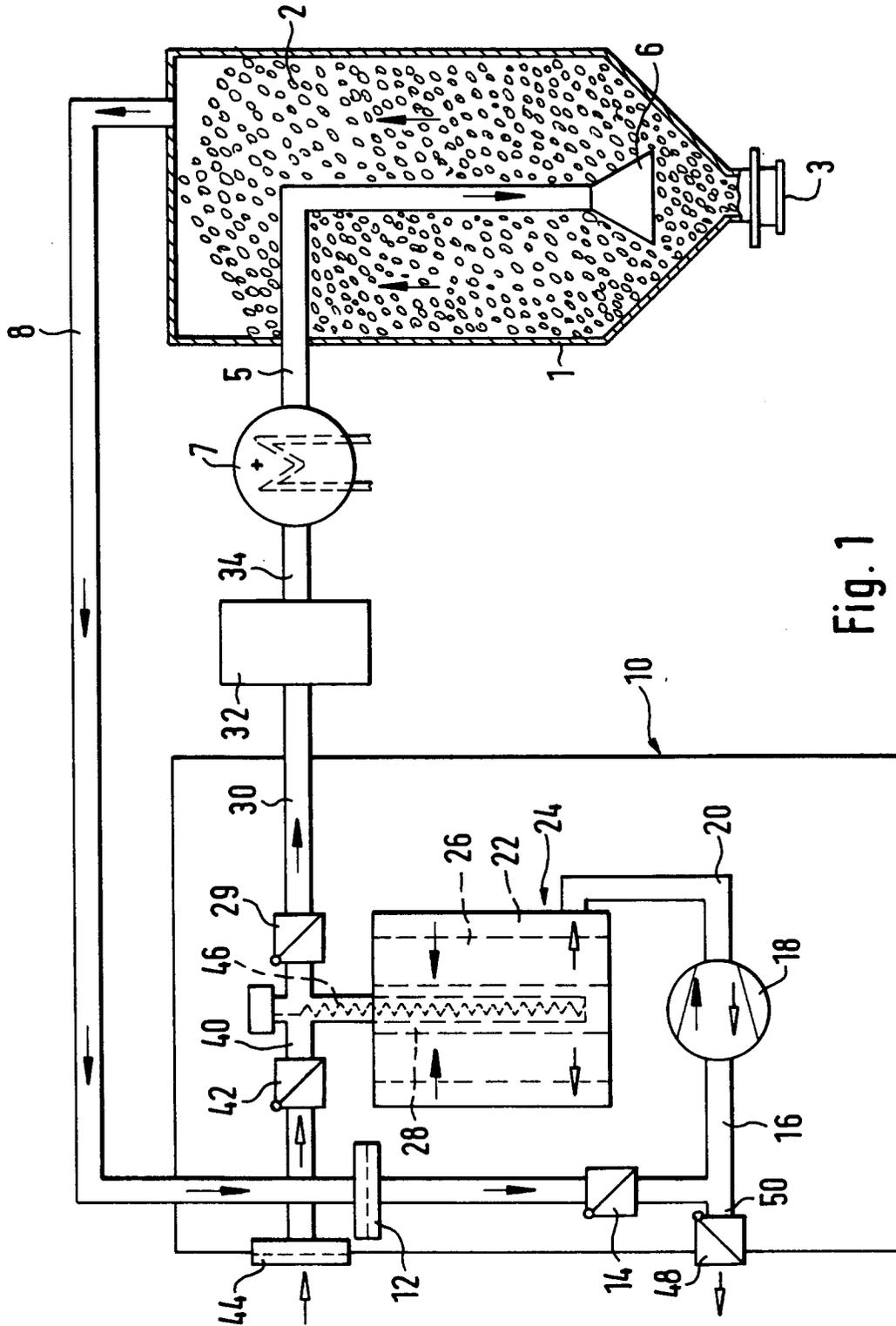


Fig. 1

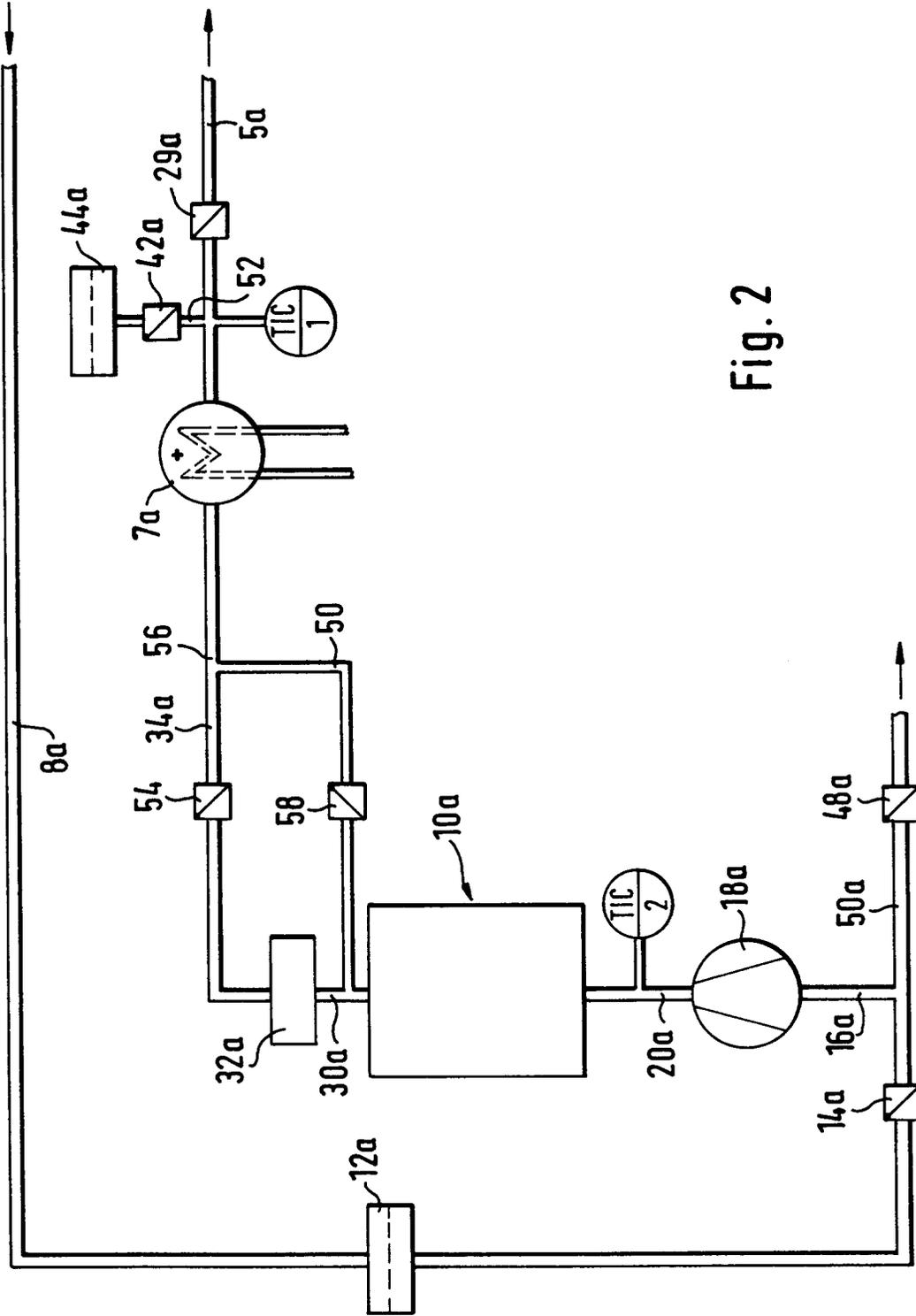
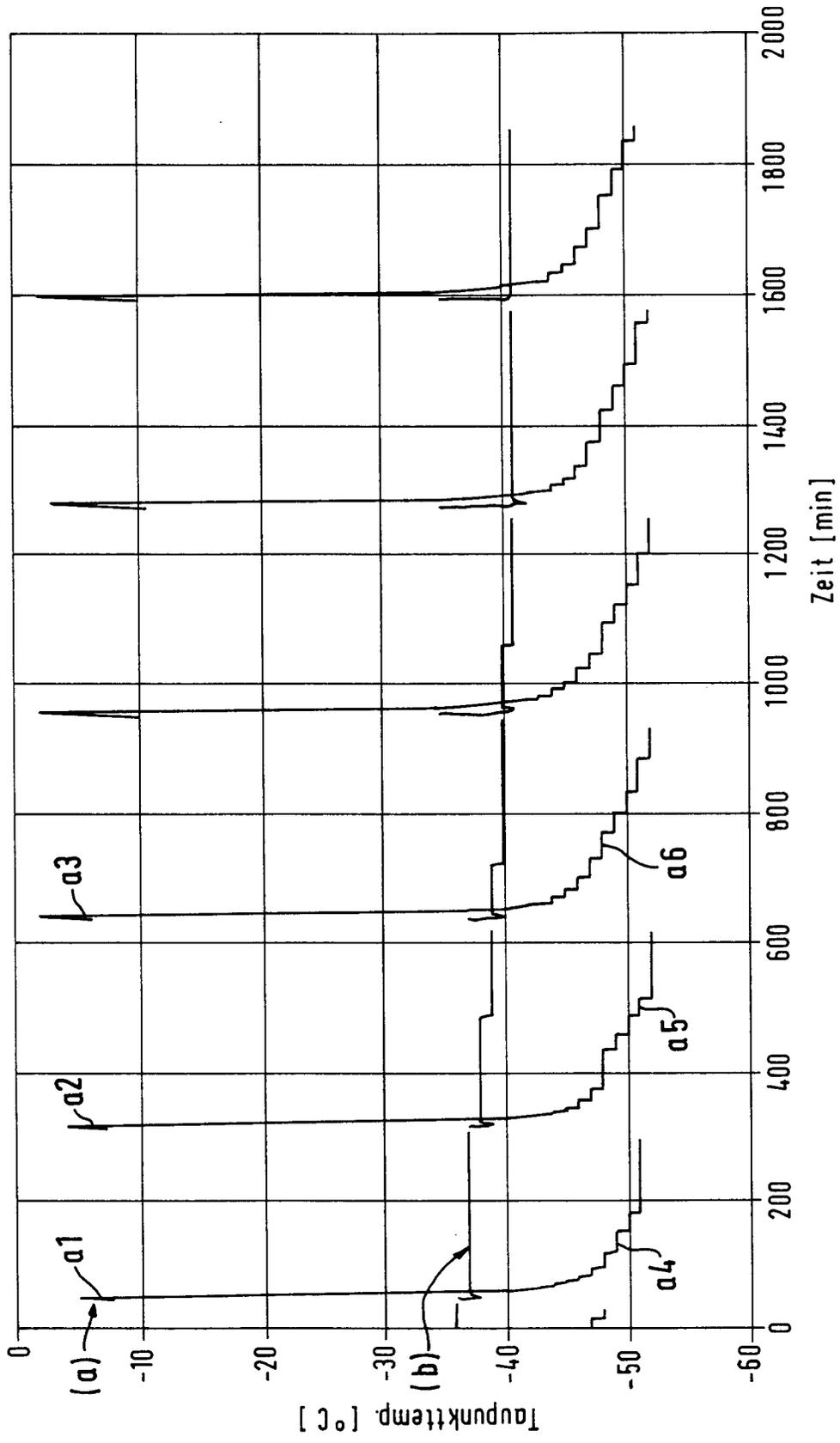


Fig. 2

Fig. 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	EP-A-0 143 946 (OSCHMANN) * das ganze Dokument * ---	1-8	B01D53/26
A	EP-A-0 128 580 (UNION CARBIDE CORP.) * Seite 7, Absatz 2 - Seite 8, Absatz 2 * * Seite 10, Absatz 4 - Seite 14, Absatz 1; Abbildung 1 * ---	1-7	
A	WO-A-90 13351 (PNEUMATIC PRODUCTS CORP.) * Seite 11, Absatz 3 - Seite 12, Absatz 2; Abbildung 3 * ---	1,5,7	
A	US-A-4 248 607 (FOLKERS) * Ansprüche 1-8; Abbildungen 2,4 * -----	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			B01D
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	31. August 1994	Eijkenboom, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes	
		Dokument	